

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 mars 2004 (18.03.2004)

PCT

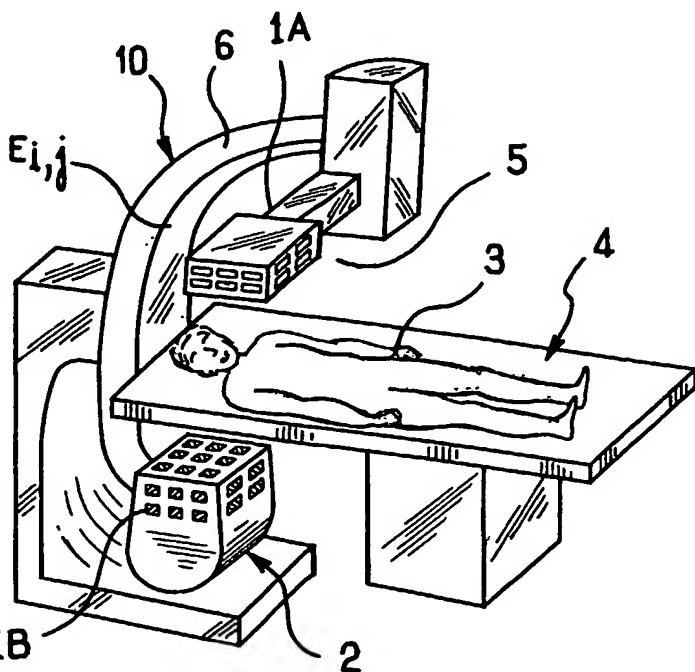
(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/023067 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : G01B 7/02
(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2003/002654
(22) Date de dépôt international : 5 septembre 2003 (05.09.2003)
(25) Langue de dépôt : français
(26) Langue de publication : français
(30) Données relatives à la priorité : 02/11089 6 septembre 2002 (06.09.2002) FR
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : NAN-OTEC SOLUTION [FR/FR]; 237, chemin Puech du Teil, F-30900 Nîmes (FR).
(72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : ROZIERE, Didier [FR/FR]; 79, impasse des Hêtres, F-30900 Nîmes (FR).
(74) Mandataires : PONTET, Bernard etc.; Pontet Allano & Associés SELARL, Parc Club Orsay Université, 25, rue Jean Rostand, F-91893 Orsay Cedex (FR).
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: PROXIMITY DETECTOR COMPRISING CAPACITIVE SENSOR

(54) Titre : DETECTEUR DE PROXIMITE PAR CAPTEUR CAPACITIF



(57) Abstract: The invention relates to a proximity detector employing a capacitive sensor, consisting of: at least one detection antenna comprising numerous capacitive proximity sensors which each include a measuring electrode, said antenna being positioned close to an object or body; electronic means of exciting the electrodes and processing the distance measurement signals originating from the capacitive sensors; and digital means of controlling the aforementioned electronic means and of calculating the distances between the electrodes and the body or object using the processed measurement signals. The detection antenna also contains a single guard for all of the measuring electrodes. Moreover, the electronic means comprise, for each detection antenna, a floating or floating excitation capacitive bridge which co-operates with polling means in order sequentially to measure the respective capacitances between each electrode and the object or body to be measured.

(57) Abrégé : Détecteur de proximité par capteur capacitif comprenant: au moins une antenne de détection comprenant une pluralité de capteurs capacitifs de proximité comportant chacun une électrode de mesure, cette antenne étant placée à proximité

d'un objet ou d'un corps, des moyens électroniques pour exciter les électrodes et pour traiter les signaux de mesure de distance issus des capteurs capacitifs, des moyens numériques pour piloter les moyens électroniques et pour calculer, à partir des signaux de mesure ainsi traités, des distances entre les électrodes et cet objet ou ce corps. L'antenne de détection comprend en outre une garde unique pour l'ensemble de électrodes de mesure, et les moyens électroniques comprennent, pour chaque antenne de détection, un pont capacitif flottant ou à excitation flottante coopérant avec des moyens de scrutation pour mesurer séquentiellement les capacités respectives entre chaque électrode et l'objet ou le corps à mesurer.



SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.*

« Détecteur de proximité par capteur capacitif »

La présente invention concerne un détecteur de proximité
5 par capteur capacitif.

Dans de nombreuses applications industrielles il est
nécessaire de détecter et mesurer la proximité entre une
machine et un obstacle, que celui-ci soit autre objet ou un
individu, afin de délivrer une information de distance de
10 proximité, des signaux d'alerte et agir en conséquence.

A titre d'exemple non limitatif d'application
industrielle de ce type de détecteur l'on peut citer la
gestion d'une fonction anti-collision entre des robots
mobiles ou à poste fixe avec un obstacle, la gestion d'une
15 fonction anti-effraction, et plus généralement toute gestion
mettant en œuvre une détection de proximité.

Dans le domaine médical de nombreux robots utilisés pour
l'auscultation des patients nécessitent de connaître la
position du patient par rapport aux éléments mobiles de la
20 machine.

A titre d'exemple, pour des applications en radiologie
ou en imagerie ou encore pour un traitement médical ou
chirurgical il est essentiel de pouvoir fournir à l'opérateur
d'un équipement ou de systèmes de contrôle automatisés des
25 informations aussi précises que possible sur la position du
patient afin de positionner rapidement et correctement les
éléments d'auscultation.

Sur les systèmes de radiologie par rayons X, une
connaissance en temps réel et millimétrique de la position
30 d'un équipement de radiologie par rapport à un patient et à
son environnement matériel immédiat permettrait d'accroître
la vitesse des mouvements de la machine, d'améliorer la

sécurité, et de minimiser les temps d'exposition aux rayons X.

Accroître la vitesse des mouvements des positionneurs vasculaires tout en garantissant une non collision avec le patient est un des souhaits actuels. Cependant, la physionomie du patient et de sa position par rapport au référentiel de la machine n'étant pas connue, les vitesses de déplacement de ces robots sont faibles afin que les pièces mobiles de la machine ne blessent pas accidentellement le patient. Généralement un arrêt d'urgence constitué par des interrupteurs mécaniques stoppe tous les mouvements quand le détecteur ou l'émetteur X arrivent au contact du patient ou d'une autre partie de l'équipement cependant la cinétique des objets en mouvements et la faible course des contacteurs impose des vitesses de déplacements faibles. L'augmentation de la vitesse du robot n'est alors possible que si un dispositif sans contact détecte le patient à une distance, dite seuil haut, suffisante pour ralentir les mouvements avant d'arriver au contact du patient. Une distance minimale, dite seuil bas, permet de réaliser la fonction d'arrêt d'urgence anti-collision.

Il existe donc actuellement un besoin réel pour des détecteurs de proximité sans contact fournissant une information de distance précise et utilisables dans des environnements spécifiques tels que celui de l'imagerie médicale. Les documents US 4,987,583, WO 9730633 et WO 97 19638 divulguent des détecteurs de proximité adaptés à ce type d'application.

Le document US 5,952,835 divulgue un détecteur de proximité sans contact. L'électronique mise en œuvre est un détecteur tout ou rien fonctionnant à l'aide d'un oscillateur

à transistor FET connecté à une électrode de mesure non gardée.

Le document US 5,442,347 divulgue un détecteur de proximité de type capacitif à double garde commandée, fonctionnant en mesure différentielle de phase en exploitant des constantes RC générées avec des résistances de référence. Une garde est créée en reproduisant le signal capteur à l'aide d'une mémoire tampon (buffer). Or, un problème de principe majeur apparaît dans ce concept car le buffer rajoute une capacité parasite à la capacité à mesurer. Cette capacité parasite est bien supérieure à la capacité à mesurer ce qui engendre des erreurs de mesure et des instabilités importantes.

Le document US 5,554,973 divulgue lui un détecteur électrostatique de type capacitif opérant selon un principe de fonctionnement à capacités commutées, sans garde.

Le document US 6,348,862 divulgue un détecteur de proximité incluant une électrode de détection et une pluralité d'électrodes de commande situées à proximité d'une région spatiale dans laquelle est situé un objet à détecter.

Un objectif principal de la présente invention est de proposer un détecteur de proximité par capteur capacitif qui fournit une mesure précise (typiquement millimétrique) de la position d'un objet à une portée de mesure (typiquement décimétrique) supérieure à celle permise par les détecteurs de proximité de l'art antérieur, avec notamment pour effet de permettre d'augmenter la vitesse de déplacement des machines de radiologie et de fournir une topographie du patient ayant pour but d'évaluer son épaisseur afin d'optimiser la puissance d'émission des faisceaux X et ainsi de minimiser le niveau de radiation nécessaire pour réaliser une image.

Cet objectif est atteint avec un détecteur capacitif de proximité comprenant :

- au moins une antenne de détection comprenant une pluralité de capteurs capacitifs de proximité comportant chacun une électrode de mesure, ladite antenne étant placée à proximité d'un objet ou d'un corps,
- des moyens électroniques pour exciter lesdites électrodes de mesure et pour traiter les signaux issus desdits capteurs capacitifs,
- des moyens numériques pour piloter les moyens électroniques et pour calculer, à partir des signaux de mesure ainsi traités, des distances entre lesdites électrodes et ledit objet ou ledit corps.

Suivant l'invention, les moyens électroniques comprennent, pour chaque antenne de détection, un pont capacitif flottant ou à excitation flottante coopérant avec des moyens de scrutation pour mesurer séquentiellement les capacitances respectives entre chaque électrode de ladite antenne et l'objet ou le corps à mesurer.

On peut ainsi réaliser l'équivalent d'une caméra à pixels dans laquelle chaque pixel est constitué par une électrode. Cette caméra déplacée le long du corps d'un patient va permettre de réaliser une topographie de ce patient afin d'obtenir une mesure de son épaisseur.

Le pont capacitif flottant peut avantageusement être du type divulgué dans le document FR2756048. On peut aussi utiliser une chaîne de mesure capacitive du type décrit dans le document FR2640373, qui met en œuvre une source de tension de polarisation et un transformateur triaxial.

Le détecteur de proximité selon l'invention, constitué d'une pluralité d'électrodes de mesure orientées suivant plusieurs axes afin de couvrir toutes les zones utiles, peut être réalisé en plusieurs antennes de détection.

Dans une forme avantageuse de réalisation d'un détecteur de proximité selon l'invention, l'antenne de détection comprend en outre une garde unique pour l'ensemble des électrodes de mesure de l'antenne.

5 Mais on peut aussi prévoir une configuration dans laquelle l'antenne de détection comprend en outre plusieurs gardes prévues chacune pour une partie de l'ensemble des électrodes de mesure de l'antenne.

Les antennes de détection peuvent être réalisées à l'aide d'un circuit rigide ou souple et connectées aux moyens électroniques.

Les moyens électroniques et les moyens numériques de pilotage et de calcul peuvent coopérer pour mesurer une distance successivement sur chaque électrode d'une antenne, selon un ordre prédéterminé et modifiable.

Les antennes de détection comportent de préférence une piste de test placée à l'arrière ou à proximité des électrodes (côté plan de garde), qui, en fonctionnement normal, est au potentiel de la garde, et, en test, est mise à la masse.

Dans ces conditions, chaque électrode voit une capacité parasite simulant la présence d'un objet, afin de vérifier l'intégrité du détecteur de proximité.

Les moyens électroniques et les moyens numériques de pilotage et de calcul coopèrent pour délivrer un signal d'alarme indiquant une mesure incohérente ou un dysfonctionnement des moyens numériques de pilotage et de calcul.

On peut aussi prévoir que les moyens électroniques comprennent une ou plusieurs capacités de référence permettant de contrôler la calibration de l'électronique ou d'effectuer une recalibration automatique.

Dans une configuration particulière d'un détecteur de proximité selon l'invention, on peut placer, à proximité des électrodes de mesure, des surfaces de garde ou de masse disposées pour modifier les lignes de champ de ces électrodes. On peut ainsi créer des formes particulières de surface équivalente de ces électrodes de mesure.

Dans un mode particulier de réalisation, le détecteur de proximité selon l'invention est disposé sur la surface intérieure ou extérieure d'un capot ou boîtier habillant par exemple le détecteur d'imagerie X ou l'émetteur X.

Les moyens électroniques et les moyens numériques de pilotage et de calcul coopèrent pour délivrer des signaux d'alarme de seuil de détection de proximité. Les distances mesurées entre les électrodes et les objets détectés sont délivrées sous forme numérique et analogique.

Pour asservir les déplacements suivant les six degrés de liberté, des antennes sont par exemple disposées sur cinq faces du boîtier ou capot.

Lorsqu'il s'agit d'un détecteur de proximité mis en œuvre dans un équipement de radiologue par rayons X comprenant un dispositif pour émettre un faisceau X prévu pour irradier un objet ou un corps, une antenne, dite antenne X, est alors au moins partiellement traversée par le faisceau X.

Dans une configuration simple, l'antenne X peut par exemple comporter un perçage permettant le passage du faisceau X. Cette zone est alors non mesurante car non pourvue d'électrodes.

Pour palier cet inconvénient On peut alors prévoir que l'antenne X soit, dans la zone du faisceau X, réalisée avec des matériaux au moins partiellement transparent au rayon X. Cette réalisation est possible à partir d'un circuit imprimé souple composé d'un isolant métallisé sur ses deux faces

d'une par une couche très mince de chrome constituant la couche d'accrochage d'une couche de cuivre, cette couche de cuivre est supprimée par attaque chimique sur la zone qui correspond au passage du faisceau X afin de ne laisser sur
5 l'isolant que la couche mince de chrome dans laquelle des pistes de liaison, des électrodes capacitives la piste de test et la garde sont réalisées (Fig. 5). L'émetteur X peut aussi être pourvu d'antennes dites X.

Cette dernière configuration permet de recouvrir
10 complètement le détecteur d'électrodes pour augmenter l'efficacité de ce détecteur.

Le détecteur de proximité selon l'invention se distingue notamment du détecteur divulgué dans le document US 5,952,835 par le fait que dans la présente invention, l'électronique
15 fonctionne en mesure d'amplitude avec une garde, et que l'oscillateur possède des caractéristiques constantes indépendantes de la capacité à mesurer. De plus, le détecteur selon l'invention fonctionne en mesure d'amplitude et non en mesure différentielle de phase.

20 Ce dispositif détecteur de proximité permet d'augmenter la vitesse de déplacement des machines actuelles de radiologie, de détection de sécurité (anticollision), d'effectuer une image grossière en trois dimensions du patient, d'évaluer l'épaisseur d'un patient afin d'optimiser
25 la puissance des rayon X pour réaliser des images avec un minimum de radiation, et d'améliorer la qualité image.

Le détecteur capacitif de proximité selon l'invention permet de piloter l'approche d'un positionneur vasculaire pour application médicale, à l'aide de plusieurs antennes,
30 équipées d'une multitude d'électrodes capacitives, logées dans le détecteur. Ce dispositif effectue en temps réel la mesure de plusieurs distances absolues (une distance par

électrode) séparant la surface du capot du détecteur et les objets environnant comme un patient ou la table.

Des dispositifs détecteurs de proximité selon l'invention peuvent aussi être mis en œuvre dans des machines
5 ou robots en mouvement, notamment des machines-outils, des robots industriels, des véhicules de transport, etc. ... avec pour effet d'augmenter leur vitesse de fonctionnement et d'améliorer la sécurité.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention
10 apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de mise en œuvre nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue synoptique schématique d'un équipement de radiographie intégrant deux détecteurs de
15 proximité selon l'invention ;
- la figure 2 illustre l'agencement d'une antenne au sein d'un détecteur de proximité selon l'invention ;
- la figure 3 illustre un exemple de structure d'une antenne d'un détecteur de proximité selon l'invention ;
- 20 - la figure 4 représente schématiquement les entrées et sorties d'une carte électronique équipant un détecteur de proximité selon l'invention; et
- la figure 5 illustre la structure d'un circuit souple utilisé pour la réalisation d'une antenne au sein d'un
25 détecteur de proximité ; et
- la figure 6 illustre la structure d'une chaîne de mesure équipant un détecteur de proximité selon l'invention.

On va maintenant décrire, en référence à la figure 1, un exemple de mise en œuvre de détecteurs de proximité selon
30 l'invention dans une machine de radiologie X, pour un positionneur vasculaire.

Un premier détecteur de proximité (1A) est disposé à l'intérieur d'un dispositif détecteur X (5) équipant une machine de radiologie (10), et comporte plusieurs antennes tapissant cinq des parois intérieures ou extérieures du capot du détecteur X, chaque antenne comportant une pluralité d'électrodes $E_{i,j}$. Un second détecteur de proximité (1B) est disposé sur la surface intérieure du dispositif émetteur X (2) de la machine (10). Le dispositif émetteur X (2) et le dispositif détecteur X (5) sont installés aux deux extrémités d'une pièce mobile en forme de C mobile en rotation au tour d'une table d'examen (4) sur laquelle un patient (3) est allongé.

En référence à la figure 2, un détecteur de proximité selon l'invention 1 comprend une antenne 20 disposée sur la surface intérieure d'une face du capot 22 et de faces latérales 21, 22. L'antenne 20 est constituée d'une pluralité d'électrodes disposées en matrice, comprenant des électrodes $E_{i,j}$ situées intégralement sur une face, des électrodes $E'_{i,j}$ disposées en arête sur deux faces, et des électrodes disposées en totalité sur les côtés.

Il est à noter que l'antenne 20 pourrait aussi être disposée sur la surface extérieure du capot du détecteur.

On va maintenant décrire, en référence à la figure 3, un exemple de réalisation d'une antenne 30 sous la forme d'un circuit souple. Cette antenne 30 tapisse la surface intérieure d'une face principale d'un capot avec des électrodes 31 et les surfaces intérieures des faces latérales du capot avec des électrodes 32, 33, 34. Ces électrodes sont toutes reliées à une carte électronique via des pistes conductrices (non représentées).

Les antennes équipant les détecteurs de proximité selon l'invention peuvent être réalisées suivant une technique multicouche, comme l'illustre schématiquement la figure 5. Pour réaliser l'antenne dite X on peut utiliser un circuit
5 imprimé souple 50 composé d'un isolant I métallisé sur ses deux faces d'une couche mince de chrome Cr et d'une couche épaisse de cuivre Cu, les deux couches de cuivre étant supprimées sur une zone ZX qui correspond au passage du faisceau X et dans laquelle des pistes de liaison, des
10 électrodes capacitives Ecr, une piste de test P, et une garde sont réalisées à partir des deux couches de chrome.

Une couche conductrice G de garde en cuivre + chrome, les électrodes Ecu+cr en cuivre + chrome, et les électrodes Ecr en chrome, sont réalisées suivant un processus industriel
15 utilisant des circuits souples multi-couches de type « Adhesiveless », qui possèdent sur un support en polyimide une couche mince de chrome recouverte de cuivre. Ce processus industriel est maîtrisé par les fabricants de circuits souples.

20 Une carte électronique équipant un détecteur de proximité selon l'invention comprend, en référence à la figure 4, 64 liaisons vers les électrodes de trois antennes de détection, une entrée de test reliée à une électrode de tests pour chaque antenne, une entrée Reset de
25 réinitialisation, et une entrée d'alimentation en tension continue.

Cette carte électronique procure un signal d'alarme « Watchdog », cinq signaux de détection de seuil d'alarme (objets ou patients trop proches), un signal de détection de
30 l'émetteur X, cinq signaux de sortie analogique correspondant aux cinq faces du capot, un signal de sortie analogique de

détection de l'émetteur X, un signal d'excitation de l'électrode de test, et une liaison numérique série pour communiquer avec l'unité centrale de l'équipement.

Le signal d'alarme « Watchdog » est placé au niveau bas
5 en cas de mesures incohérentes, d'absence d'électrode ou de défaillance logicielle. Les sorties analogiques sont des image des distances minimales de la face du détecteur, des côtés du détecteur, ou de l'émetteur. Le signal Reset est un signal de réinitialisation du microcontrôleur. La liaison
10 numérique fournit les 64 distances mesurées et l'état de bon fonctionnement du détecteur de proximité. Le capteur est directement branché sur l'unité centrale SI de l'équipement sans carte d'interface.

Comme l'illustre la figure 6, une antenne A d'un
15 détecteur de proximité selon l'invention est reliée via un câble de liaison souple CL à une carte électronique 60 incluant un multiplexeur analogique permettant une scrutation d'entrée, un pont flottant capacitif multivoies mettant en œuvre une technologie divulguée dans le document FR2756048
20 correspondant au brevet français n°96 13992 du 15 novembre 1996, un module de conversion analogique/numérique, et un module numérique de calcul des distance, de contrôle de bon fonctionnement et de communication avec le système SI d'information et de commande de la machine.

25 On va maintenant décrire le fonctionnement d'un détecteur de proximité selon l'invention, en référence aux figures précitées. Le détecteur de proximité mesure une distance successivement sur chaque électrode selon un ordre qui pourra être modifié simplement dans le logiciel.

30 Le détecteur de proximité dispose d'une électrode de test qui en fonctionnement normal est au potentiel de la garde et qui lorsqu'elle est mise à la masse permet de tester

le bon fonctionnement du capteur et le bon état de l'ensemble connectique +antenne.

En agissant sur la commande de test, elle va aussi tester le bon fonctionnement de la chaîne de mesure pour
5 chaque capteur.

Si une distance mesurée sur l'une des électrodes atteint un seuil bas prédéfini la sortie logique correspondant à l'antenne qui supporte l'électrode passe à l'état bas, elle repassera à l'état haut quand la distance dépassera à nouveau
10 le seuil. La sortie d'alarme « watchdog » passe à l'état bas si l'une des n mesures est incohérente (échec du test) ou si le micro-contrôleur est bloqué ou défaillant.

Dans un premier temps, les sorties numériques sont les images des distances mesurées pour chaque électrodes, mais le
15 traitement peut ensuite devenir plus complexe, il convient donc de prévoir une réserve de puissance de calcul dans le micro-contrôleur (ou DSP).

On va maintenant décrire un exemple pratique de fabrication d'un détecteur de proximité selon l'invention.

20 Dans cet exemple pratique, le module électrique est disposé sur une carte de longueur 160 mm et de largeur 100 à 160 mm, et comporte un connecteur pour les sorties analogiques (torsadées blindées), un connecteur pour les entrées/sorties Logiques, un connecteur pour l'alimentation,
25 et plusieurs connecteurs pour les signaux d'électrodes.

Les antennes qui occupent les arêtes du détecteur auront la moitié de leur surface sur le côté et l'autre sur la grande face. Il y a 33 électrodes réparties sur les 4 antennes : 3 antennes pour le détecteur et une antenne pour
30 l'émetteur X. 13 électrodes sont situées sur les antennes de côté du détecteur, 16 sur l'antenne X et 2 sur l'émetteur X.

La portée des capteurs est supérieure à 100 mm avec une résolution millimétrique, ce qui permet d'optimiser le

contrôle de la vitesse d'approche du détecteur vers le patient (vitesse maximale avec risque d'impact minimal).

Les câbles qui relient l'électronique aux antennes du côté de l'émetteur X subissent des mouvements et doivent
5 accepter en pratique un rayon de courbure de 50mm en dynamique.

Pour permettre le remplacement de l'antenne côté émetteur X ou de l'électronique sans enlever le câble, celui-ci est par exemple équipé d'un connecteur côté antenne et
10 d'un connecteur côté électronique. On peut aussi prévoir une bande de garde sur les côtés du détecteur afin de modifier les lignes de champ des électrodes pour modifier les surfaces équivalentes de ces électrodes et leur étendue de mesure et leur portée.

15 Comme il s'agit d'un dispositif de sécurité, la distance de détection doit être très fiable et le système doit pouvoir être averti en cas de défaillance. Dans les conditions réelles les abords de l'équipement sont très encombrés. Les objets à détecter sont de natures différentes : corps humain
20 (patient couché sur le matelas de la table ou médecin debout à côté de la table), pièces métalliques à la masse ou non, pièces non métalliques mais légèrement conductrices. La détection doit se faire dans n'importe quelle direction. La détection se fait sur toute la surface active du détecteur et
25 sur ses rebords, ce qui correspond à cinq des surfaces d'une boîte.

L'antenne X doit être quasi transparente aux rayons X, ce qui implique pour la réalisation des électrodes et de la garde l'utilisation d'un métal de faible épaisseur. Les
30 médecins installent généralement une protection en plastique léger sur le détecteur (charlotte). L'ordre de grandeur du temps dans lequel une proximité complète doit être détectée est de 50 ms pour une antenne de 64 électrodes. La taille des

objets à détecter est variable : de l'abdomen du patient jusqu'à sa main, un doigt ou son nez.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention. Plus généralement, des détecteurs de proximité selon l'invention peuvent être mis en œuvre dans toute application industrielle, lorsqu'il s'agit de détecter des formes complexes ou une présence à l'aide d'antennes multi-électrodes. On peut ainsi prévoir des détecteurs de proximité selon l'invention équipant des robots mobiles ou des véhicules de transport, pour améliorer la sécurité autour de ces équipements. Des détecteurs de proximité selon l'invention peuvent aussi être mis en œuvre dans des dispositifs anti-effraction et dans des dispositifs anti-collision.

REVENDEICATIONS

1. Détecteur de proximité par capteur capacitif comprenant :
 - au moins une antenne de détection comprenant une pluralité
 - 5 de capteurs capacitifs de proximité comportant chacun une électrode de mesure, ladite antenne étant placée à proximité d'un objet ou d'un corps,
 - des moyens électroniques pour exciter lesdites électrodes de mesure et pour traiter les signaux issus desdits capteurs
 - 10 capacitifs,
 - des moyens numériques pour piloter les moyens électroniques et pour calculer, à partir des signaux de mesure ainsi traités, des distances entre lesdites électrodes et ledit objet ou ledit corps,
 - 15 caractérisé en ce que les moyens électroniques comprennent, pour chaque antenne de détection, un pont capacitif flottant ou à excitation flottante coopérant avec des moyens de scrutation pour mesurer séquentiellement les capacitances respectives entre chaque électrode de ladite antenne et
 - 20 l'objet ou le corps à mesurer.
2. Détecteur de proximité selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'antenne de détection comprend en outre une garde unique pour l'ensemble des électrodes de
- 25 mesure de l'antenne.
3. Détecteur de proximité selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'antenne de détection comprend en outre plusieurs gardes prévues chacune pour une partie de
- 30 l'ensemble des électrodes de mesure de l'antenne.
4. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens électroniques

et les moyens numériques de pilotage et de calcul coopèrent pour mesurer une distance successivement sur chaque électrode d'une antenne, selon un ordre prédéterminé et modifiable.

- 5 5. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'une au moins de ses antennes de détection comporte une piste de test qui, en fonctionnement normal, est au potentiel de la garde, et, en test, est mise à la masse.

10

6. Détecteur de proximité selon la revendication 5, caractérisé en ce que la piste de test est placée à l'arrière ou à proximité des électrodes.

- 15 7. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens électroniques et les moyens numériques de pilotage et de calcul coopèrent pour délivrer un signal d'alarme indiquant une mesure incohérente ou un dysfonctionnement des moyens numériques de
20 pilotage et de calcul.

8. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens électroniques comprennent en outre une ou plusieurs capacités de référence
25 prévues pour contrôler la calibration desdits moyens électroniques ou d'effectuer une recalibration desdits moyens électroniques.

9. Détecteur de proximité selon l'une des revendications
30 précédentes, caractérisé en ce qu'une antenne comprend en outre, à proximité des électrodes de mesure, une ou plusieurs surfaces de garde ou de masse qui sont agencées pour modifier les lignes de champ des électrodes de mesure.

10. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est disposé sur la surface intérieure ou extérieure d'un capot ou boîtier et
5 comprend une pluralité de zones de mesure équipées d'antennes de détection.

11. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens électroniques
10 et les moyens numériques de pilotage et de calcul coopèrent pour délivrer des signaux de seuil de détection de proximité.

12. Détecteur de proximité selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que les moyens électroniques et les
15 moyens numériques de pilotage et de calcul coopèrent pour délivrer des signaux de sortie analogique images de distances minimales entre des zones du boîtier et des objets détectés.

13. Détecteur de proximité selon l'une des revendications 10
20 à 12, caractérisé en ce que des antennes sont disposées sur cinq faces du boîtier ou capot.

14. Détecteur de proximité selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en qu'il comporte des antennes d'arête
25 disposées pour partie sur une face dudit capot, et pour partie sur une autre face contiguë, et des antennes latérales.

15. Détecteur de proximité selon l'une des revendications
30 précédentes, caractérisé en ce que l'une au moins des antennes est réalisée à l'aide d'un circuit souple.

16. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une des antennes est connectée aux moyens électroniques par des moyens de liaison souples.

5

17. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, mis en œuvre dans un équipement de radiologie par rayons X comprenant un dispositif pour émettre un faisceau X prévu pour irradier un objet ou un corps et un
10 dispositif pour détecter le faisceau X issu dudit objet ou corps, ce dispositif détecteur X étant recouvert d'un capot, caractérisé en ce que le détecteur est disposé sur la surface intérieure ou extérieure dudit capot, dans le champs d'émission X et en ce qu'il comporte au moins une antenne,
15 dite antenne X, traversée par le faisceau X.

18. Détecteur de proximité selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'antenne X comporte un perçage prévu pour le passage du faisceau X.

20

19. Détecteur de proximité selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'antenne X est réalisée à partir d'un circuit imprimé souple composé d'un isolant métallisé sur ses deux faces d'une couche mince de chrome puis d'une couche de
25 cuivre, ladite couche de cuivre étant supprimée sur une zone qui correspond au passage du faisceau X et dans laquelle des pistes de liaison et des électrodes capacitatives sont réalisées à partir de la couche de chrome.

30 20. Détecteur de proximité selon l'une des revendications précédentes, mis en œuvre dans un équipement de radiologie par rayons X comprenant un dispositif pour émettre un faisceau X prévu pour irradier un objet ou un corps,

caractérisé en ce qu'il est disposé sur la surface intérieure ou extérieure dudit dispositif émetteur.

21. Application d'un détecteur de proximité selon l'une des
5 revendications précédentes, pour le pilotage d'un positionneur vasculaire.

22. Application d'un détecteur de proximité selon l'une des
revendications 1 à 20, dans une machine de radiologie, pour
10 le contrôle de la dose X émise sur un objet ou un corps à partir d'un calcul de l'épaisseur dudit objet ou corps.

23. Application selon la revendication 22, dans laquelle un
calcul de l'épaisseur de l'objet ou du corps est effectué à
15 partir de mesures de distances.

24. Application d'un détecteur de proximité selon l'une des
revendications 1 à 20, pour le contrôle en vitesse et/ou en
position d'une machine en mouvement, notamment une machine-
20 outil.

25. Application d'un détecteur de proximité selon l'une des
revendications 1 à 20, pour la détection d'une forme complexe
ou d'une présence.
25

26. Application selon la revendication 25, dans laquelle un
ou plusieurs détecteurs de proximité selon l'une des
revendications 1 à 20 sont installés dans un équipement ou un
véhicule mobile.
30

27. Application selon la revendication 25, dans un détecteur
anti-effraction.

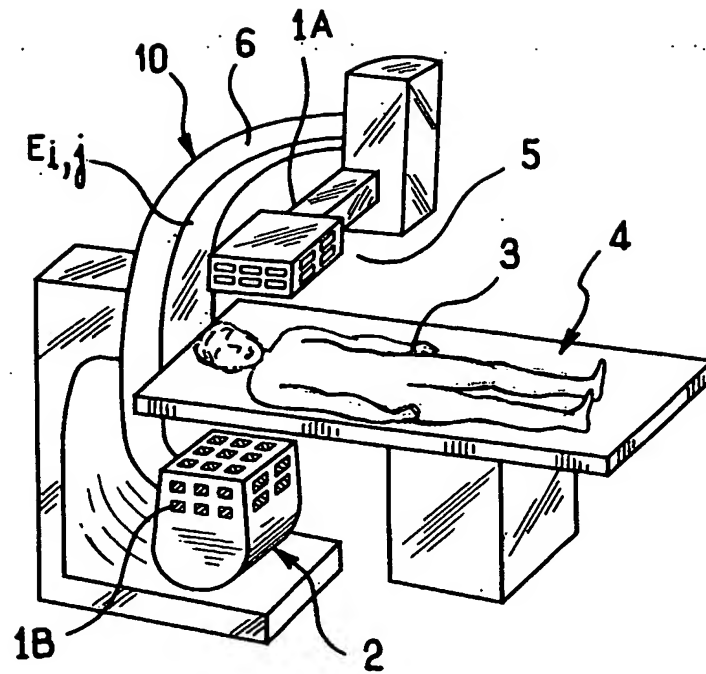


FIG. 1

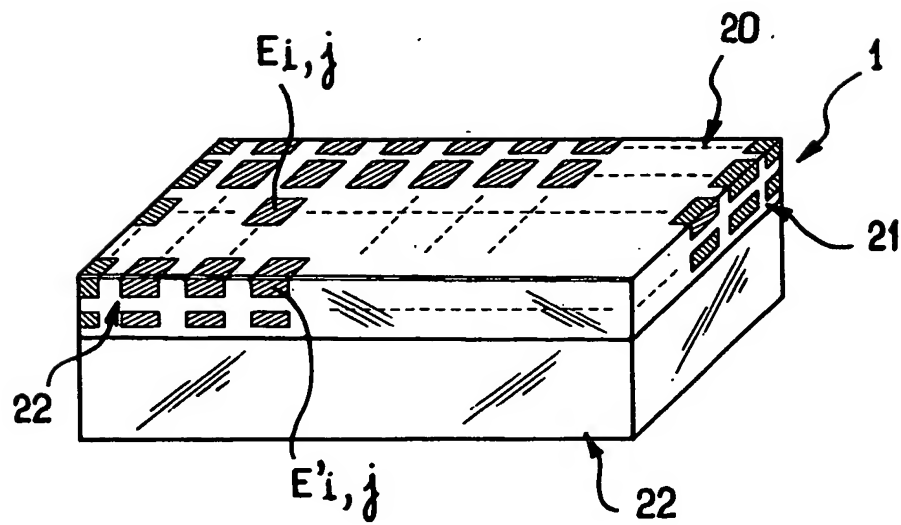
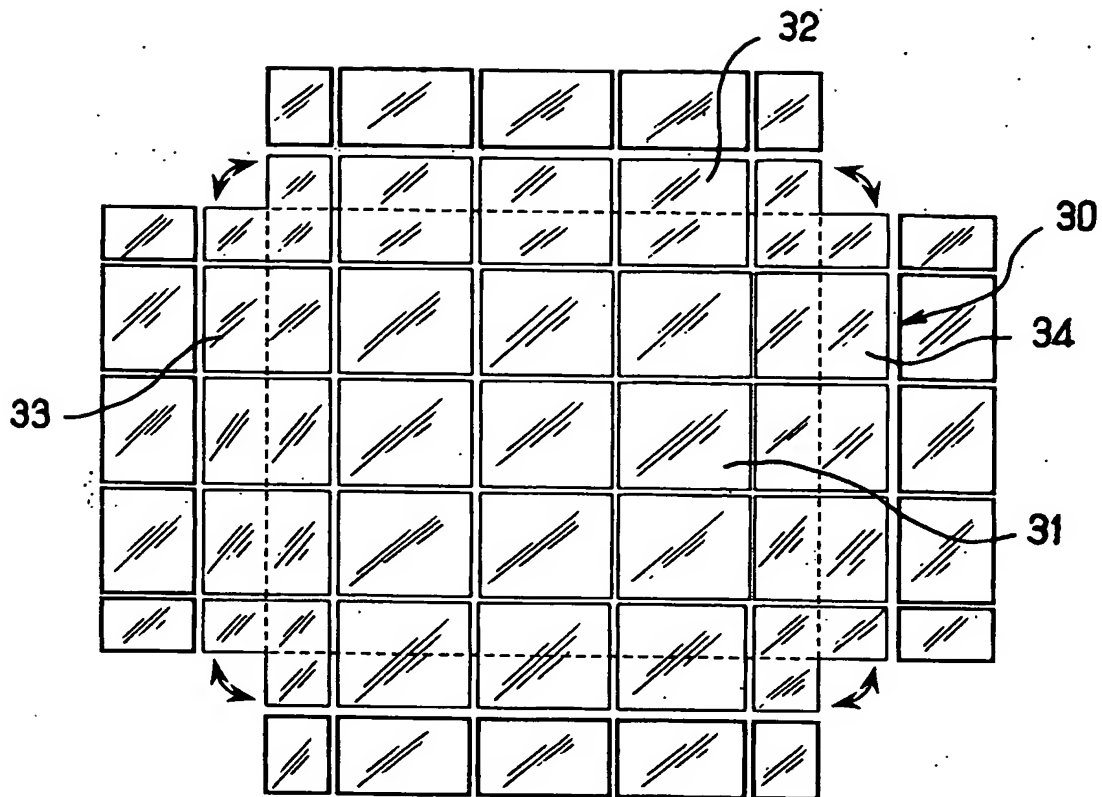
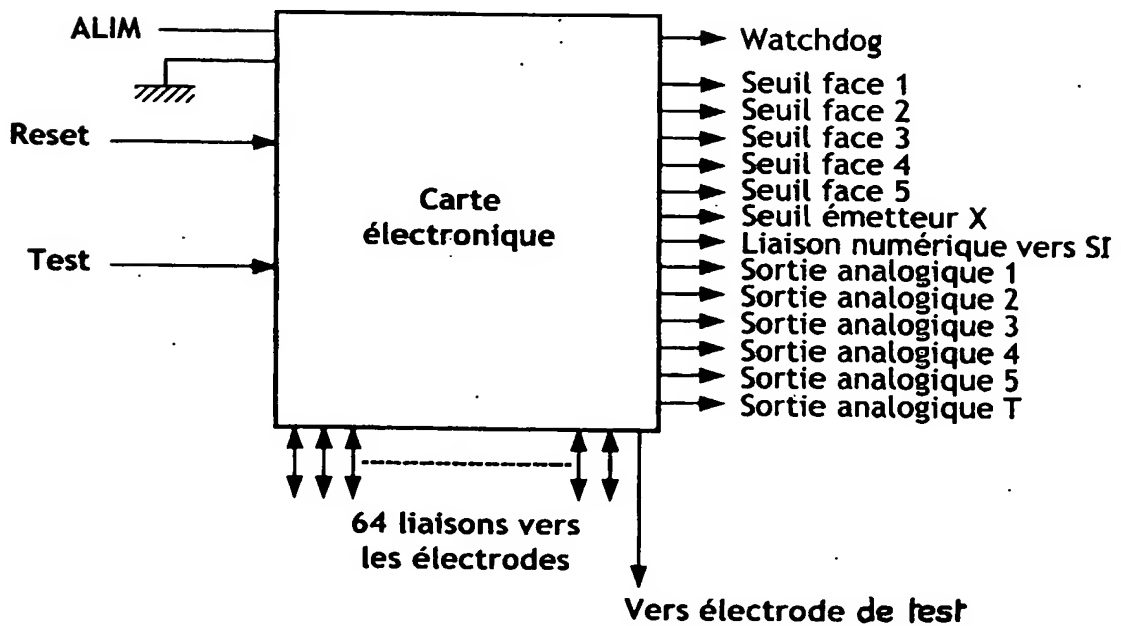


FIG. 2

FIG.3FIG.4

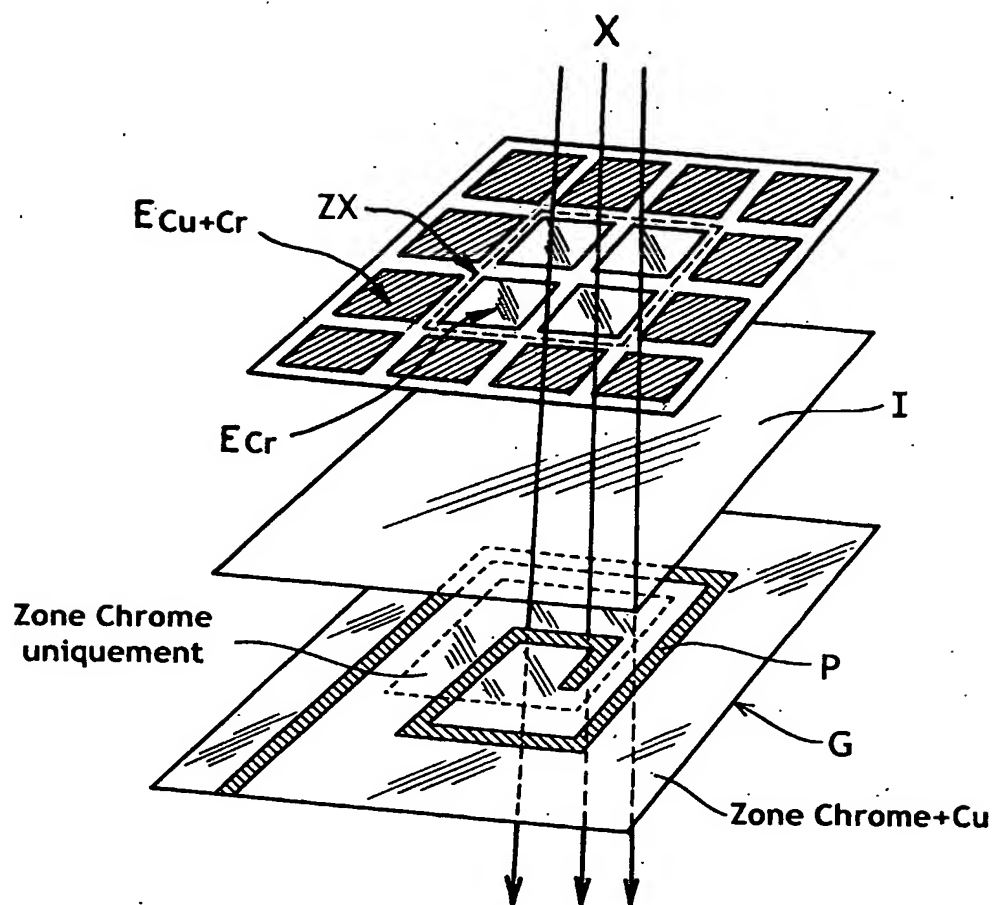


FIG.5

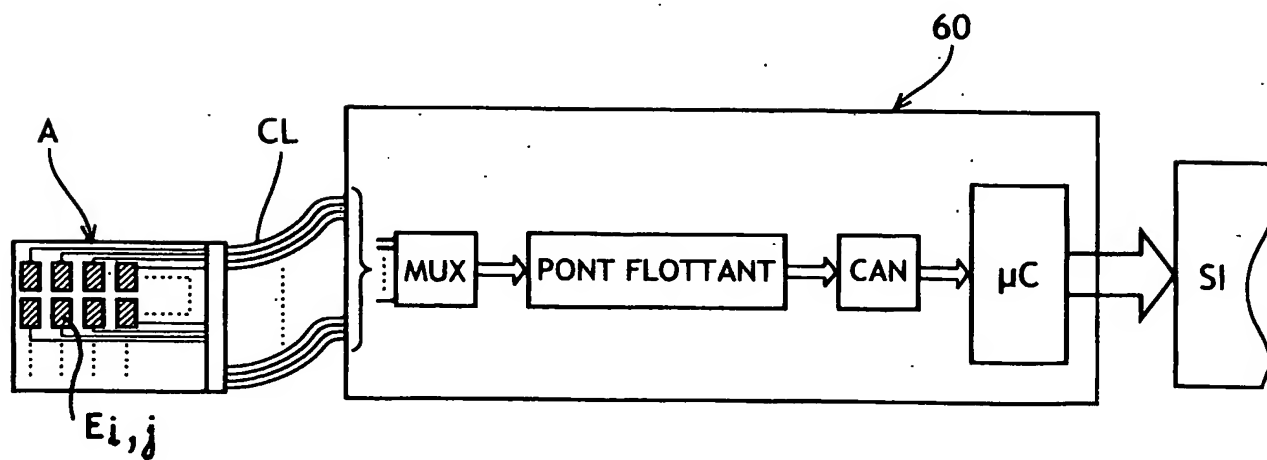


FIG.6

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01B7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 315 884 A (KRONBERG JAMES W) 31 May 1994 (1994-05-31) column 3 - column 8	1
Y	FR 2 756 048 A (NANOTEC INGENIERIE) 22 May 1998 (1998-05-22) cited in the application claims 1-18	1
A	US 5 373 245 A (VRANISH JOHN M) 13 December 1994 (1994-12-13) column 7 - column 8	1-20
A	US 5 430 381 A (DOWER ROGER G) 4 July 1995 (1995-07-04) column 6 - column 12	1
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 January 2005

Date of mailing of the international search report

26/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietrich, A

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 419 713 A (LEVINSON SOLOMON) 6 December 1983 (1983-12-06) column 4 - column 6 -----	1-20
A	US 6 225 939 B1 (LIND ARTHUR C) 1 May 2001 (2001-05-01) column 4 - column 5 -----	1
A	US 5 883 935 A (SWOLFS PETRUS J G J ET AL) 16 March 1999 (1999-03-16) column 5 -----	1,22
A	US 6 348 862 B1 (STANLEY JAMES G ET AL) 19 February 2002 (2002-02-19) cited in the application column 9, line 41; claims 1-18 -----	1-20
A	US 5 952 835 A (COVELEY MICHAEL) 14 September 1999 (1999-09-14) cited in the application column 3 - column 4 -----	1,22

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5315884	A	31-05-1994	US 5046371 A	10-09-1991
FR 2756048	A	22-05-1998	FR 2756048 A1	22-05-1998
US 5373245	A	13-12-1994	NONE	
US 5430381	A	04-07-1995	EP 0425823 A1	08-05-1991
US 4419713	A	06-12-1983	AU 547895 B2	07-11-1985
			AU 8553082 A	13-01-1983
			CA 1180778 A1	08-01-1985
			EP 0069704 A2	12-01-1983
			JP 58058718 A	07-04-1983
US 6225939	B1	01-05-2001	NONE	
US 5883935	A	16-03-1999	DE 69721906 D1	18-06-2003
			DE 69721906 T2	19-05-2004
			EP 0822779 A1	11-02-1998
			WO 9730633 A1	28-08-1997
			JP 11506692 T	15-06-1999
US 6348862	B1	19-02-2002	EP 1078341 A1	28-02-2001
			JP 2002538469 A	12-11-2002
			WO 0052657 A1	08-09-2000
			EP 1104366 A1	06-06-2001
			EP 1112502 A1	04-07-2001
			EP 1159715 A2	05-12-2001
			JP 2002544495 T	24-12-2002
			JP 2003504624 T	04-02-2003
			JP 2003505675 T	12-02-2003
			WO 0068044 A1	16-11-2000
			WO 0104648 A1	18-01-2001
			WO 0106472 A2	25-01-2001
			US 2003009273 A1	09-01-2003
			US 6378900 B1	30-04-2002
			US 6392542 B1	21-05-2002
			US 6445294 B1	03-09-2002
US 5952835	A	14-09-1999	AU 678322 B2	22-05-1997
			AU 2442495 A	18-12-1995
			EP 0760958 A1	12-03-1997
			JP 10501105 T	27-01-1998
			CA 2190939 A1	30-11-1995
			WO 9532438 A1	30-11-1995

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01B7/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 315 884 A (KRONBERG JAMES W) 31 mai 1994 (1994-05-31) colonne 3 - colonne 8	1
Y	FR 2 756 048 A (NANOTEC INGENIERIE) 22 mai 1998 (1998-05-22) cité dans la demande revendications 1-18	1
A	US 5 373 245 A (VRANISH JOHN M) 13 décembre 1994 (1994-12-13) colonne 7 - colonne 8	1-20
A	US 5 430 381 A (DOWER ROGER G) 4 juillet 1995 (1995-07-04) colonne 6 - colonne 12	1
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 janvier 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/01/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tél. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Dietrich, A

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 419 713 A (LEVINSON SOLOMON) 6 décembre 1983 (1983-12-06) colonne 4 - colonne 6 -----	1-20
A	US 6 225 939 B1 (LIND ARTHUR C) 1 mai 2001 (2001-05-01) colonne 4 - colonne 5 -----	1
A	US 5 883 935 A (SWOLFS PETRUS J G J ET AL) 16 mars 1999 (1999-03-16) colonne 5 -----	1,22
A	US 6 348 862 B1 (STANLEY JAMES G ET AL) 19 février 2002 (2002-02-19) cité dans la demande colonne 9, ligne 41; revendications 1-18 -----	1-20
A	US 5 952 835 A (COVELEY MICHAEL) 14 septembre 1999 (1999-09-14) cité dans la demande colonne 3 - colonne 4 -----	1,22

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5315884	A	31-05-1994	US 5046371 A	10-09-1991
FR 2756048	A	22-05-1998	FR 2756048 A1	22-05-1998
US 5373245	A	13-12-1994	AUCUN	
US 5430381	A	04-07-1995	EP 0425823 A1	08-05-1991
US 4419713	A	06-12-1983	AU 547895 B2	07-11-1985
			AU 8553082 A	13-01-1983
			CA 1180778 A1	08-01-1985
			EP 0069704 A2	12-01-1983
			JP 58058718 A	07-04-1983
US 6225939	B1	01-05-2001	AUCUN	
US 5883935	A	16-03-1999	DE 69721906 D1	18-06-2003
			DE 69721906 T2	19-05-2004
			EP 0822779 A1	11-02-1998
			WO 9730633 A1	28-08-1997
			JP 11506692 T	15-06-1999
US 6348862	B1	19-02-2002	EP 1078341 A1	28-02-2001
			JP 2002538469 A	12-11-2002
			WO 0052657 A1	08-09-2000
			EP 1104366 A1	06-06-2001
			EP 1112502 A1	04-07-2001
			EP 1159715 A2	05-12-2001
			JP 2002544495 T	24-12-2002
			JP 2003504624 T	04-02-2003
			JP 2003505675 T	12-02-2003
			WO 0068044 A1	16-11-2000
			WO 0104648 A1	18-01-2001
			WO 0106472 A2	25-01-2001
			US 2003009273 A1	09-01-2003
			US 6378900 B1	30-04-2002
			US 6392542 B1	21-05-2002
			US 6445294 B1	03-09-2002
US 5952835	A	14-09-1999	AU 678322 B2	22-05-1997
			AU 2442495 A	18-12-1995
			EP 0760958 A1	12-03-1997
			JP 10501105 T	27-01-1998
			CA 2190939 A1	30-11-1995
			WO 9532438 A1	30-11-1995

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.